



## **GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA**

**Treball final de grau**

---

### **EFICACIA DE LOS DIFERENTES MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE LA MIOPIA. EVIDENCIA CIENTÍFICA**

JORDI COS LEÓN

TUTORES: ESTEBAN MORENO TORAL, CARMEN ORTEGA MONTERO

SEVILLA, 17 DE JUNIO DE 2019

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2019. Todos los derechos adquiridos.



## **Grado en Óptica y Optometría**

### **EFICACIA DE LOS DIFERENTES MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE LA MIOPIA. EVIDENCIA CIENTÍFICA**

#### **Resumen**

La miopía es una de las patologías más comunes en este mundo, es la causa nº1 de ceguera en España según la ONCE.

Este trabajo reúne información y estudios sobre la miopía y sus patologías más relacionadas con ella.

Explicaremos los distintos métodos de control de la miopía, en que se basan y sus estudios realizados sobre ese método; compararemos métodos entre ellos con sus ventajas e inconvenientes.

Los estudios se basan en sujetos miopes, donde se les da un tratamiento. Se citan a los usuarios y se les hace principalmente pruebas de refracción para saber si el paciente ha aumentado la miopía y se mide la longitud axial. Se reúnen todos los datos y se elabora la conclusión. Al final de todos los estudios veremos cuales son los más eficaces, y sus efectos secundarios o adversos.

Este trabajo tiene como finalidad saber que podemos reducir el crecimiento de la miopía, para mejorar en condiciones de salud y calidad de vida. Veremos los principales métodos desde los que podemos hacer en casa hasta los que nos proporciona un médico.

Palabras clave: miopía, control, longitud axial, estudio.

## Resum

La miopia és una de les patologies més comunes en aquest món, és la causa número 1 de ceguesa a Espanya segons l'ONCE.

Aquest treball reuneix informació i estudis sobre la miopia i les seves patologies més relacionades amb ella. Per evitar això s'hauria de fer un control per tal que la miopia no progressi i donar una major qualitat de vida. Explicarem els diferents mètodes de control de la miopia, en què es basen i els seus estudis realitzats sobre aquest mètode; compararem mètodes entre ells amb els seus avantatges i inconvenients.

Els estudis es basen en subjectes miops, on se'ls dona un tractament, a partir d'aquest moment se'ls dona unes pautes. A partir d'aquí es citen als usuaris i se'ls fa principalment proves de refracció per saber si el pacient ha augmentat la miopia i també es mesura la longitud axial (LA) un paràmetre que està molt relacionat amb la miopia; les altres proves són secundàries. Es reuneixen totes les dades i s'elabora la conclusió de si aquest mètode està relacionat amb la miopia. Al final de tots els estudis veurem quins són els més eficaços el que fan que no augmenti més la miopia, i els seus efectes secundaris o adversos.

Aquest treball té com a finalitat saber que podem reduir el creixement de la miopia, per millorar en condicions de salut i qualitat de vida; ja que l'augment d'ella és un dels principals problemes de visió, aprenentatge i dependència. Veurem els principals mètodes dels quals podem fer a casa fins als que ens proporciona un metge per així saber quals estan a les nostres mans.

Paraules clau: miopia, control, longitud axial, estudi.

## Summary

Myopia is one of the most common pathologies in this world, it is the number 1 cause of blindness in Spain according to the ONCE.

This work gathers information and studies about myopia and its more related pathologies. To avoid this, control should be done as long as myopia does not progress and give a better quality of life. We will explain the different methods of control of myopia, on which they are based and their studies on that method; We will compare methods among them with their advantages and disadvantages.

The studies are based on myopic subjects, where they are given a treatment, from that moment they are given some guidelines as posology. From there, users are cited and they are mainly tested for refraction to know if the patient has increased myopia and also measured the axial length (LA) a parameter that is closely related to myopia; the other tests are secondary. All the data are collected and the conclusion is drawn as to whether this method is related to myopia. At the end of all the studies we will see which are the most effective what do not increase myopia more, and its side effects or adverse.

This work aims to know that we can reduce the growth of myopia, to improve health conditions and quality of life; since the increase of it is one of the main problems of vision, learning and dependence. We will see the main methods from which we can do at home to those provided by a doctor to know what are in our hands.

Key words: myopia, control, axial length, study.



## Resumen extenso/Extensive summary

Myopia is one of the pathologies with the highest rate in our country and in the world. In other areas, such as Asian countries, myopia becomes practically a pandemic up to a percentage of 80 and 90 percent. Without going any further in Spain, it is the first cause in the ONCE (National Organization of the Blind), with 23%, if we add the amount of pathologies it causes, such as: retinal detachment, cataracts, glaucoma ... It comes to occupy more than 25% of the problems in the ONCE. It is known that bad vision is one of the causes of school failure in Spain and around the world, since not seeing well from a distance produces blurred vision on the board.

Myopia is a pathology in which the rays that come from infinity (from afar) are projected in front of the retina causing a blurry effect. This definition could be the reference or the typical one that we can find in any web page of ophthalmological clinics. However, if you ask someone what quality of life means, spend a lot of money on glasses; In dependence, get up and the first thing you should do is put on your glasses or contact lenses. This visual defect can be corrected by glasses or contact lenses, negative lenses; However, technology and health sciences have advanced to the point of dealing with laser operations or implanted lenses.

Myopia is caused by 2 main reasons: by a lens (crystalline) more powerful than normal or by an axial length (a long eye) or the combination of both. These 2 reasons cause the rays to converge in front of the retina. We calculate the refractive error from the amount of diopters (optical power of the lens) that you need to emetropize (correct the visual error). Myopia is written in a negative value that corresponds to the power of the lens, for example: -2.00 D (diopters). Through it we can obtain numerically how far a person

can see, for example: a patient who has a myopia of 1 diopter, its remote point is one meter away. This is known by a formula in which power and remote point are inversely proportional.

We can classify myopia based on the number of diopters, and these are the classifications:

- Mild: when its refraction does not exceed 3 diopters
- Moderate: when the refraction value is between 3 and 7 diopters
- Magna: when the value of myopia exceeds 7 diopters.

We can also classify them according to the type of myopia:

- Simple myopia: common myopia
- Myopia magna: pathological myopia and / or high myopia
- Pseudomyopia: myopia that is not myopic but needs a negative lens, therefore it behaves like a myopic, to feel comfortable and / or comfortable due to an accommodative spasm.
- Night myopia: myopia that appears at night and makes it difficult for us to see in low light (night) conditions, which needs only glasses or solution at night.

Myopia aside involves other pathologies such as retinal detachment (when the retina detaches from the choroid) which is also one of the most common pathologies in the National Organization of the Spanish Blind (ONCE), cataracts (when we have an opacity in the lens ) and glaucoma (when intra ocular pressure is very high due to drainage problems)

The majority of definitions of pathologies, solutions and other data of interest have been extracted from the pages of ophthalmological clinics, and visual health centers in Catalonia. In order to have current information about everything that surrounds myopia and control methods.

This bibliographic work wishes to obtain information about this pathology so that we realize that it is very common, very simple, that affects a lot of people. But that can

make us less independent, become less secure people, until it becomes a big health problem.

The main studies of myopia are based on a hypothesis, which is experimented with a group, generally children between 6 and 16 years old, others not, their refraction and / or their axial length (which are the parameters most related to myopia). Then they are given a control method: glasses, contact lenses, medications. Any method accompanied by some indications and conditions, for example: number of hours to use, dose. Thereafter, the expected results in some studies are performed with different children, others with twin children and others in one eye with a control method and others with placebo. The results of the study are recorded based on refraction and / or axial length, the data is recorded and the progress of myopia of the control group versus the placebo group is recorded.

In this work we rely on the most recent and relevant studies on control methods, and as main control methods we find: contact lenses (soft contact lenses such as MiSight and orthokeratology), medications (atropine diluted in different concentrations, pirenzepine and tropicamide); goggles (monofocal, bifocals and progressive lenses) and outdoor time. Each method can have derivatives in terms of concentration levels, amount of hypocorrection. However, there are not recommended methods such as acupuncture and eye massage that are not recommended, very typical of Asian countries or India.

On the lenses in glasses are the monofocals that are based on hypocorrection so as not to stimulate the axial length, as for the other method on multifocal lenses, such as bifocals or progressive ones, they are based on relaxation over accommodation. As for the soft contact lenses with peripheral blur they are based on a contact lens that correct your refraction, allow you to see well, and then has an addition of 2 diopters that does not stimulate the growth of axial length like the lenses of conventional contact. Orthokeratology lenses, unlike the others, only wear at night and are based on an epithelial reorganization that allows you to wake up with camouflaged myopia the next day, seeing well. The outdoors have a very basic operation is based on non-accommodation so that they eliminate nearby stimuli, such as those that could be in

a room so as not to work the accommodation, in other theories it is also said that the sun stimulates dopamine. It is a neurotransmitter that slows the axial growth of the eye. Medications that are muscarinic agents are based on relaxation by blocking accommodation of the ciliary muscle so as not to accommodate. This would be a brief summary of each method to get an idea of how it works or how to try to stop myopia or the growth of it.

The purpose of the work is to find the methods and compare them, mainly their effectiveness, adverse effects, we will see if there is any ineffective method. In principle, medications are the most adverse and dangerous for patients' health, apart from the higher concentration level, the greater the risk. Methods such as outdoors is an inefficient method where we can see studies that contradict each other.

We can classify the methods mainly in optical methods and non-optical control methods, the main difference is whether they are based on an optical correction method or not, in the group of optical methods we find: glasses in glasses, with their corresponding type of lenses ; and contact lenses, with their corresponding subgroups according to the geometry of the contact lens.

A good frame and a good assembly of it are important on the glasses in order to take effect in case of bifocal or progressive lenses. On soft contact lenses with peripheral blur it is important to wear them for sufficient hours (8), and a minimum of 6 days provided they take effect. In orthokeratology lenses do not forget to place them well and every night to order the corneal epithelium. Never forget to be hygienic when placing contact lenses, with a good sterilizer and clean hands.

Medication is essential to prescribe a doctor, and make a good dosage, you have to tell the doctor and pharmacist your allergies if necessary. As for the method of the outdoors does not have many complications, the important thing is to do activities and seek entertainment in open spaces such as sports or an outdoor class.

The appropriate control method depends on the patient, there is no single effective method for everyone, we know that medications are more harmful than for example children with clear eyes or children with Down syndrome are very sensitive to high



concentrations and even less is recommended drops. Best of all, study each case, each child, and look for the best method. A great advantage is that we can combine different methods such as outdoors, glasses and an atropine to obtain a great result.

It is important to make everyone aware of the problems caused by myopia directly as a blurred vision or indirectly as insecurity and dependence on the optical elements. Not to mention pathologies associated with myopia such as retinal detachment, glaucoma, cataracts ... Everyone should know that this type of pathology can be reduced or growth can be stopped, by applying the most appropriate control method for each person, that a diopter increases or considerably reduces our quality of life and, therefore, we must inform children and adults (tutors, teachers and health professionals). Starting with parents knowing they are nearsighted, they should place more emphasis on ophthalmologist checkups. That teachers order good visual hygiene standards for children and even try to teach outdoors. That many professionals such as: opticians and optometrists, doctors, psychologists, professors were coordinated to try to reduce the growth of myopia. That all this is in our hands to be less dependent and have better visual health

## 2. Índice

1. Resumen	2
2. Índice	3
3. Introducción	4
3.1. Definición de miopía	4
3.2. Causas de la miopía	4
3.3. Factores de la miopía	5
3.4. Tipos de miopía	7
3.5. Incidencia de la miopía	8
3.6. Síntomas de la miopía	11
3.7. Detección de la miopía	12
4. Objetivos	13
5. Metodología	13
6. Resultados y discusión	14
6.1. Importancia del control	14
6.2. Tratamientos de control	18
6.2.1. Lentes en gafa	18
6.2.1.1. Lentes monofocales	18
6.2.1.2. Lentes bifocales	19
6.2.1.3. Lentes progresivas	20
6.2.2. Lentes de contacto	21
6.2.2.1 Lentes blandas	21
6.2.2.2 Ortoqueratología	22
6.2.3. Tratamiento farmacéutico	24
6.2.3.1. Atropina	24
6.2.3.2. Pirenzepina	26
6.2.3.3. Ciclopentolato	27
6.2.4. Tratamiento al aire libre	28
7. Conclusiones	31
8. Bibliografía	33

### 3. Introducción

#### 3.1. Definición de miopía

Desde el punto de vista etimológico la palabra miopía viene del griego y significa “guiñar” o “cerrar los ojos”, ya que el miope ve mejor al estrechar la apertura palpebral, consiguiendo así formar un efecto estenopeico que produce un aumento de la profundidad de foco. La primera definición sobre esta patología la realizó Kepler en 1611, pero no fue hasta 1932 donde Plomp exploró la forma anatómica de un ojo miope descubriendo un ligero alargamiento en la parte posterior. En 1855 gracias a los estudios de Donders pudieron establecerse las manifestaciones clínicas y las alteraciones anatomopatológicas.

Desde el punto de vista óptico, la luz que incide en un ojo miope que mira al infinito llega en forma de rayos paralelos que enfocan por delante de la retina (Imagen 1), formándose una imagen desenfocada y generando una visión borrosa. Por ello el paciente ve mal los objetos situados a distancias que se encuentran más allá de su punto remoto. La única manera de generar sobre la retina una imagen clara es mediante una lente negativa o acercando el objeto.

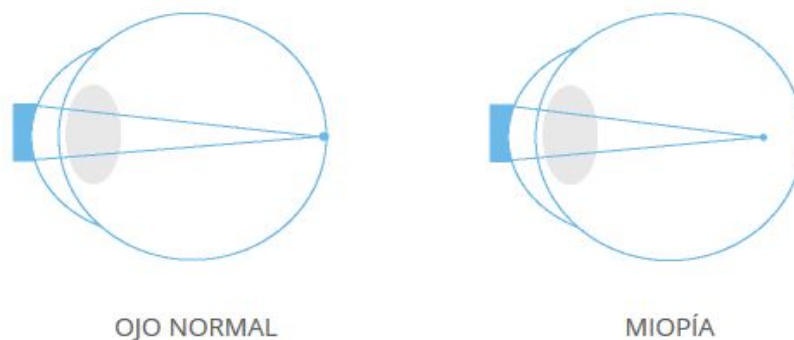


Imagen 1. Esquema ojo normal y miope

### 3.2. Causas de la miopía

En el ojo miope, la luz se enfoca delante de la retina debido principalmente a tres posibles causas. Suele dejar de aumentar a los 21 años, aunque en algún caso puede hacerlo más allá de esta edad.

- a. Axial: se produce cuando el globo ocular es demasiado largo en relación con el poder de enfoque de la córnea y el cristalino del ojo. Esto provoca que los rayos de luz se enfoquen en un punto delante de la retina en vez de hacerlo directamente en su superficie.
- b. Refractiva: puede deberse a que la córnea, el cristalino, o ambos, son demasiado curvados para la longitud del globo ocular. En algunos casos, la miopía se debe a una combinación de estos dos factores.
- c. Mixto: es una combinación de los 2 anteriores.

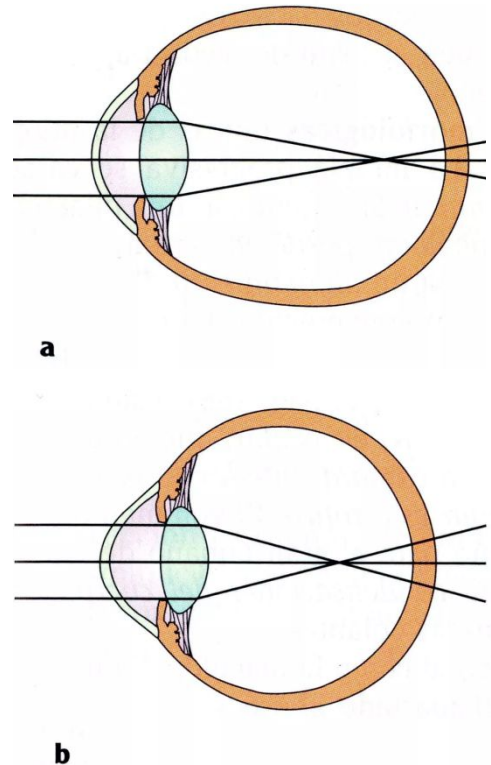


Imagen 2. A: Ojo axial B: Ojo refractivo

### 3.3. Factores de la miopía

Existen diferentes factores que pueden influir en la aparición, progreso y desarrollo de la misma. Destacan factores endógenos y exógenos. Los factores exógenos: para hacer referencia a todo lo que viene de parte del entorno; y endógenos: que trata de lo que ocurre dentro del sistema.

#### Factores endógenos:

**La genética:** Existe un modelo claro de herencia familiar, en el cual se encuentra un locus para la alta miopía no sindrómica en una gran variedad de genes con alta penetración y con un modelo de herencia autosómica dominante o ligada al cromosoma “X”.

En el caso de miopía leve o moderada (menor de -6.00D), algunos autores han demostrado que existe una alta vinculación con el cromosoma 22q y menor relevancia con 14q y vinculaciones más débiles en otros cromosomas. Otros autores encuentran alta relación con el cromosoma 11p y fuertes vínculos en las proximidades del gen PAX 6 pero no en el mismo. En un estudio encontraron una prevalencia de miopía de 33-60% en niños cuyos ambos padres son miopes, una prevalencia del 23-40% en niños que tienen al menos un padre miope y del 6-15% en niños cuyos padres no son miopes (Zadnik et al., 1994).

También se han desarrollado correlaciones familiares en aquellos niños con los padres miopes, tienen más probabilidad de ser miopes que aquellos con un solo padre miope.

### **Factores exógenos:**

**Educación:** A mayor nivel educativo, mayor prevalencia de la miopía.

En un estudio realizado en Brasil, encontraron que la prevalencia de miopía de la población urbana era diferente según el nivel educativo de los sujetos, los que no habían recibido educación y eran analfabetos, presentaban un 2% frente al 9,7% de los que sí habían recibido educación.

Este estudio está relacionado con la actividad al aire libre que luego comentamos cabe añadir que la gente que se sitúa en el campo no tiene tanta facilidad para acceder a los servicios de sanidad( servicios como detección y tratamiento) y están más expuestos al aire libre donde tienen menos demanda acomodativa (Thorn et al., 2005).

**Actividades al aire libre:** Las actividades al aire libre tienen muy poca demanda acomodativa, a parte una buena iluminación retrasa el crecimiento de la longitud axial.

Los trabajos realizados con animales en laboratorio apoyan la teoría de que la exposición a una luminancia ambiente muy alta (15000 lux) protege frente a la miopía,

disminuyendo la compensación con lentes negativas, hecho que no ocurre cuando la luz es baja 500 lux.

Se deberían reducir las actividades en visión de cerca y preservar las que se realizan al aire libre a la hora de fijar las exigencias académicas para poder reducir la prevalencia de miopía. En el estudio de Pi et al se indica la importancia de reducir las actividades en visión de cerca y preservar las que se realizan al aire libre a la hora de fijar las exigencias académicas para poder reducir la prevalencia de la miopía (Pi et al, 2010).

**Urbanización:** Es un factor que interviene en la aparición desarrollo de la miopía, es la tipología del lugar donde se reside, urbano o rural.

La mayoría de los estudios explican que hay más porcentaje de niños miopes en las zonas urbanas que en la rurales por ejemplo un estudio comparó la prevalencia de la miopía en escolares de la zona rural y urbana de Xiamen, donde se encontró un 19.3% en la zona urbana y un 6.6% en la zona rural (Saw et al., 2001). Igual que otros estudios comentan que hay más porcentaje en zona urbana que rural (Zhang et al., 2010) (Ip et al., 2008).

**Socioeconómico y de desarrollo:** Un mayor nivel socioeconómico y de desarrollo de las sociedades puede influir en el aumento de la prevalencia de miopía. Un estudio en Taiwán, explica que encontraron un aumento de la prevalencia de miopía y vieron que donde más se había desarrollado más había aumentado la prevalencia de la miopía (Lin et al., 2004).

En otro estudio, las dietas con un alto contenido en carbohidratos de alta carga glucémica puede inducir cambios permanentes en el desarrollo y progresión de los errores refractivos (Cordain et al., 2002).

Otro estudio realizado en escolares de Hong Kong, encontró que una ingesta superior de grasas saturadas, altas en colesterol, puede estar relacionada con una mayor longitud axial del ojo (Lim et al., 2010).

### 3.4. Tipos de miopía

La miopía la medimos con la cantidad de potencia que necesita el ojo para corregir ese defecto refractivo, esa potencia se mide en Dioptrías (D). Equivale al valor recíproco de la distancia focal, utilizándose como referencia el metro y valores positivos y negativos. Según el ICR (Instituto Catalán de la Retina) existen distintos tipos de miopía:

**Miopía simple:** Hasta 8 o 9 dioptrías, es la más común, aparece durante la infancia y la juventud y no presenta ningún problema serio asociado. Se estabiliza en torno a los 20 años de edad.

**Miopía magna:** A partir de 9 dioptrías. Va asociada a degeneraciones de la retina, del vítreo y de la coroides. Entre otros, se corre el riesgo de desprendimiento de retina, glaucoma y cataratas y en casos extremos ceguera. Se da más frecuentemente en mujeres. Se estabiliza a una edad más avanzada que la simple.

**Pseudomiopía:** Personas que son emétopes o hipermétropes y exigen una cantidad de miopía en la refracción por costumbre o comodidad debido a un espasmo acomodativo.

### 3.5. Incidencia de la miopía

En cuanto a la incidencia de la miopía en relación con la edad, en un estudio realizado en España con una muestra de 11.866 pacientes de entre 1 a 90 años se pudo observar la incidencia de las distintas patologías en cada rango de edad (García et al., 2010). La Tabla 1 indica que durante los primeros años de vida hay una mayor incidencia de hipermetropía, este porcentaje disminuye a partir de la segunda década, aumentando la prevalencia de la miopía. Al final de la tercera década las prevalencias de ambas patologías se estabilizan.

Rango de edades	Miopía (%)	Emetropía (%)	Hipermetropía (%)
1-10	13,01	11,56	75,43
11-20	36,56	13,38	50,06
21-30	47,61	18,95	33,44
31-40	37,29	26,64	36,07
41-50	18,85	34,81	46,34
51-60	15,86	19,98	64,16
61-70	15,56	26,04	58,40
71-80	19,26	21,56	59,18
81-90	29,09	26,47	44,44
Promedio	24,59	23,92	51,49

Tabla 1. Prevalencia de miopía, emetropía e hipermetropía en cada grupo de edad

## Epidemiología

En los últimos años, se ha detectado un aumento alarmante de población miópica en distintas regiones del mundo, alcanzando proporciones de hasta el 90% en poblaciones asiáticas (un 80% en China) o del 42% en jóvenes americanos, cuando hace 30 años se estimaba en un 26%, por lo que se está considerando calificarlo de epidemia. En el sur europeo, el porcentaje de personas que sufren esta ametropía es de hasta un 35%, mientras en el norte la proporción aumenta a una de cada dos personas (50%). En España actualmente afecta aproximadamente al 20-30% de la población.

Los errores refractivos no compensados son la primera causa de deficiencia visual y la segunda causa de ceguera evitable en el mundo y son los responsables de la discapacidad de 153 millones de personas y 8 millones de ciegos, de los cuales 1.5 millones corresponde a niños ciegos y 4.5 millones a niños con baja visión. El deterioro visual infantil debido a los errores de refracción es uno de los problemas más comunes entre los niños en edad escolar y es la segunda causa de ceguera tratable en niños. La magnitud del problema es tal que la Organización Mundial de la Salud, y diferentes organizaciones no gubernamentales, han creado The Global Initiative for the Elimination of Avoidable Blindness (Thylefors, 1997) con el fin de eliminar las discapacidades visuales y la ceguera evitable a nivel mundial.



Actualmente también existe un gran interés por conocer la prevalencia de los errores refractivos debido al aumento que se está produciendo en el porcentaje de miopía calculando que aproximadamente 1.600 millones de personas en todo el mundo la padecen, lo que representa más de la cuarta parte de la población mundial. Como indican en una amplia revisión bibliográfica, en la última década la miopía ha alcanzado proporciones de hasta el 80% en algunas poblaciones urbanas de Singapur, Taiwán, Japón y Hong Kong. Sirvamos de ejemplo, Singapur, donde el 20% de los niños son miopes a los 7 años, en el inicio de su educación primaria, y es superior al 70% después de terminar la universidad. Además, existe una gran proporción de habitantes de Singapur con alta miopía, el 10% (con más de  $-6.0D$ ), siendo inferior al 2% en la mayoría de la población occidental (Morgan et al., 2005).

También se ha encontrado que la prevalencia y severidad de la miopía de los estudiantes de primer curso de la Universidad Nacional de Taiwán aumentó significativamente en 2005 respecto a 1988. Para miopías de hasta  $-6.00D$  el porcentaje fue del 91.3% en 1988 al 95.9% en 2005, y para mayores a  $-6.00D$  fue de 23.5% en el año 1988 al 38.4% en el 2005, aplicándose estos cambios de prevalencia por el inicio cada vez más temprano de la miopía (Morgan et al., 2005).

Una elevada prevalencia de miopía también se ha descrito en otras poblaciones urbanas de Asia. Así, en un estudio en Japón se comprobó que en un período de 13 años, de 1984 a 1996, la prevalencia de la miopía aumentó del 49.3% al 65.6% en estudiantes de 17 años de edad. Además, un estudio longitudinal de 6 años en 346 estudiantes que ingresaron en la escuela secundaria aportó que la prevalencia de la miopía aumentó de 43.5% a los 12 años de edad a 66% a los 17 años de edad.

El aumento de la miopía, aunque en menor proporción que en Asia, también se ha podido comprobar en otras zonas del mundo. Es el caso de Israel, donde se ha producido un aumento de la miopía en el periodo de tiempo que va de 1990 a 2002: la miopía  $\leq -6.00D$  ha pasado de 7.4% a 11.6% y la mayor a  $-6.00D$  de 11.6% a 20.7%. En EEUU, si comparamos las prevalencias de miopía obtenidas de los datos del Sistema Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) entre los períodos 1971-1972 y 1999-2004, utilizando una metodología similar en la recogida de datos en ambos períodos, se encuentra un aumento

significativo de 25% a 41.6% en las tasas de miopía entre las edades de 12 y 54 años. En Australia y Suecia, en pocas décadas, también ha aumentado este error de refracción entre un 10% y un 15% en los últimos 20 años. La tabla refleja un resumen de la prevalencia de la miopía de diferentes estudios actuales en la geografía mundial.

Autor	País	Prevalencia	
Garner et al. (1999)	Nepal	Rural 2.9%	Urbana 21.7%
Jiménez (2000)	España	6-10 años 12%	11-14 años 15.8%
		15-18 años 20.5%	
Junghans et al. (2002)	Australia	6.5%	
Lázaro(2002)	España	8.6%	
Villarreal et al. (2003)	Méjico	44.0%	
Lin et al. (2004)	Taiwán	7 Años (1983) (2002)	15 Años 5.8% 21.0%
			64.2% 81.0%
Fan et al. (2004)	China	36,7%	
Thorn et al. (2005)	Brasil	Indígenas 2.7%	Brasileños 6.4%
Morgan et al. (2006)	Mongolia	5.8%	
Saw et al. (2006)	Singapur Malasia	36.3% 13.4%	
Grönlund et al. (2006)	Suecia	2.5%	

Cheng et al. (2007)	Canadá	6 Años 22.4%	12 Años 64.1%
Czepita et al. (2007)	Polonia	13.3%	
Plainis et al. (2009)	Grecia	37.2%	
	Bulgaria	13.5%	
Anera et al (2009)	Marruecos	6.1%	
Khalaj et al. (2009)	Irán	65.0%	
Hendricks et al. (2009)	Holanda	27.9%	

Tabla 2. Prevalencia de la miopía de diferentes estudios actuales en la geografía mundial

### 3.6. Síntomas de la miopía

Los síntomas de una miopía normal se basan esencialmente en una disminución de la agudeza visual de lejos, mientras que la visión de cerca es normal o incluso superior a la normal. Los signos más habituales son los siguientes:

- Visión borrosa cuando se observan objetos alejados
- Necesidad de entrecerrar los párpados para ver con claridad
- Dolores de cabeza causados por fatiga ocular
- Dificultad para ver al conducir un vehículo, especialmente por la noche (miopía nocturna)
- Acercarse las gafas al ojo

### 3.7. Detección de la miopía

La miopía se detecta mediante un examen general optométrico, o examen oftalmológico que pueden tener alguna de estas pruebas:

**Prueba de agudeza visual:** Es el parámetro que evalúa la capacidad del sistema visual para detectar y discriminar detalles de un objeto. El valor de agudeza visual será el

correspondiente al tamaño del detalle más pequeño que el paciente puede distinguir. La agudeza visual suele valorarse a una distancia lejana, media y próxima a fin de conocer el grado de visión de lejos, intermedia y de cerca.

Los tests utilizados para determinar ametropías se llaman optotipos. Existen varios tipos de optotipos que básicamente se clasifican según el objeto representado en ellos (letras, números, dibujos, anillos,...)

**Retinoscopía:** También conocida como esquiastopía, es una prueba que sirve para medir el poder refractivo del ojo, interpretando la luz reflejada en su retina al iluminarlo con el retinoscopio. Es una prueba totalmente objetiva donde el paciente no participa.

**Autorrefractómetro:** Es una máquina que viene a sustituir a la retinoscopía y también a la queratometría con tal de poder llegar a una idea de su poder refractivo mediante una estimación. Este aparato funciona mediante el enfoque y desenfoque de la imagen.

**Prueba de la refracción o subjetivo:** En esta prueba se evalúa al paciente mediante lentes de prueba sobre los optotipos de agudeza visual, intentando llegar a la máxima agudeza visual.

Debido a la alta incidencia, cada vez mayor, de la miopía, y a las patologías y problemas asociadas a ella, se ha visto necesario realizar un estudio en el que comparar los diferentes métodos existentes en la actualidad para controlarla.

## 4. Objetivos

Objetivo principal:

- Buscar el mejor método para el control de la miopía.

Otros objetivos:

- Buscar los principales métodos de control de la miopía.
- Clasificar los métodos.
- Analizar los métodos más eficaces.
- Buscar los más adversos.

- Buscar los métodos ineficaces de los diferentes estudios o métodos presentados.

## 5. Metodología

Para realizar la revisión bibliográfica que se expone en este trabajo se han utilizados las siguientes bases de datos, las cuales han sido buscadas en la página web de la biblioteca de la Universidad de Sevilla:

*Pubmed y Google Scholar.*

Las palabras utilizadas para la búsqueda han sido: \*control myopia\* \*treatments\*.

En Pubmed, introduciendo las palabras claves, se obtuvieron 2086 resultados, y tras aplicar el filtro de publicaciones en los 5 últimos años y el de ensayos clínicos, quedaron 47 artículos. Después de leer los abstracts (resumen), de los artículos, se seleccionaron 14.

En Google Scholar, introduciendo las palabras claves \*control myopia\*\*treatments\*, se obtuvieron 57 resultados, y tras aplicar el filtro de publicaciones entre 2010 y 2019, quedaron 23 artículos. Se leyeron los abstracts, y se seleccionaron 16.

Tras esta búsqueda, se recopilaban todos los artículos y se descartaron aquellos que aparecían repetidos en más de una base de datos.

Tras esto, se volvió a realizar alguna búsqueda posterior, incluyendo nuevas palabras clave específicas para algunos tratamientos como \*orthokeratology\*\*atropine\*, para así poder concretar y contrastar.

## 6. Resultados y discusión

El objetivo de un control de la miopía es detener o reducir el crecimiento de la miopía en población infantil con tal de mejorar su calidad de vida. Para ellos es fundamental el trabajo en equipo de profesionales: optometristas y oftalmólogos, profesores, y también de los familiares.

### 6.1. Importancia del control

La alta prevalencia de la miopía y su importancia como problema de salud pública hacen que se haga hincapié en la importancia de obtener una mayor comprensión de los mecanismos de crecimiento del ojo y de encontrar tratamientos eficaces para retrasar la progresión de la miopía y el alargamiento axial.

El control de la miopía es importante para evitar ciertos riesgos que provocan enfermedades oculares, entre las que destacan: Glaucoma, cataratas, desprendimiento de retina, etc.

### Glaucoma:

Es una enfermedad que se manifiesta en la pérdida de visión como consecuencia de un daño en las fibras del nervio óptico secundario provocado, generalmente, por un aumento de la presión intraocular (PIO).

Existen varios tipos de glaucomas, los principales son:

- Glaucoma de ángulo abierto (Imagen 3): representa el 90% de los glaucomas, se denomina así por el espacio grande que hay entre iris y córnea.
- Glaucoma de ángulo cerrado (Imagen 4): el espacio que hay entre córnea e iris es pequeño.

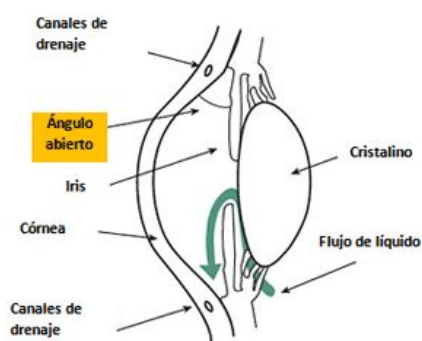


Imagen 3. Glaucoma ángulo abierto

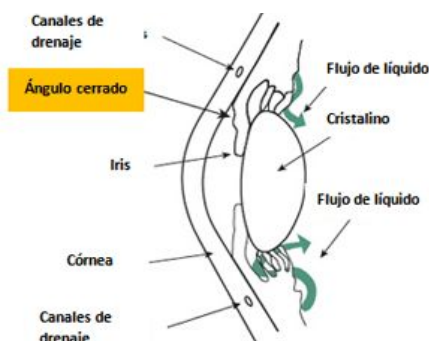


Imagen 4. Glaucoma ángulo cerrado

Para el diagnóstico del glaucoma es conveniente realizar la prueba que determina la PIO (Presión Intraocular), esta prueba se realiza mediante un tonómetro.

Diferentes estudios han demostrado que los ojos con miopía elevada presentan valores de presión intraocular (PIO) más elevadas que la media, lo que sugiere que este defecto

refractivo de la vista induce alteraciones morfológicas del ojo que afectan al sistema de drenaje del humor acuoso. Y esto se hace más evidente en la miopía progresiva o degenerativa.

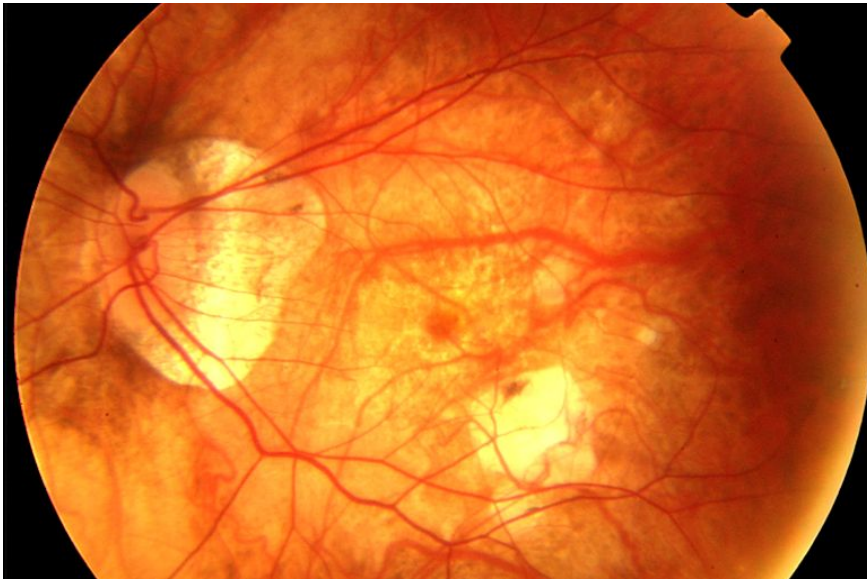


Imagen 5. Glaucoma en ojo miope

La tabla 3 muestra un estudio que se realizó en La Habana, Cuba, donde se realizaron pruebas relacionadas con la miopía y el glaucoma (Raisa et al., 2013).

	PIOm normal		PIOm elevada	
Miopía	No	%	No	%
Leve	3	6	10	20
Moderada	2	4	26	52
Severa	4	8	5	10
Total	9	18	41	82

Tabla 3. Porcentaje de PIO en personas con miopía

### Cataratas:



Son una opacidad total o parcial del cristalino del ojo. Se producen cuando el cristalino, la lente natural del ojo que tiene capacidad refractiva y permite enfocar objetos y el paso de la luz, va perdiendo transparencia progresivamente. Es fácil diagnosticar una catarata cuando la opacidad es evidente (Imagen 6).

El tratamiento más frecuente para las cataratas es la cirugía mediante facoemulsificación e implante de lente intraocular que sustituye al cristalino del ojo, donde el paciente pierde toda la capacidad acomodativa (afáquico), ya que al operar liberan el cristalino de la zónula de Zinn y por lo tanto ya no tiene poder de acomodar (tensor o relajar los ligamentos que sujetan la lente).

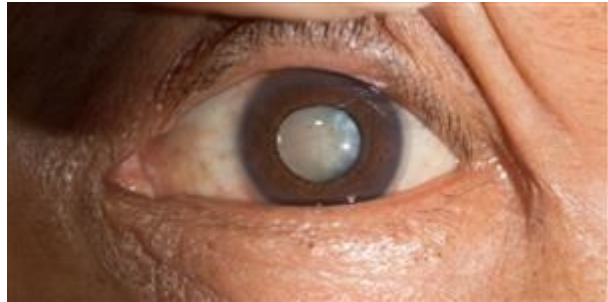


Imagen 6. Opacidad del cristalino.

No obstante, la ciencia avanza y las casas comerciales de lentes intraoculares diseñan ya lentes bifocales y multifocales para no tener problemas a la hora de ver de cerca, pudiéndose tratar otros problemas asociados como la presbicia.

La catarata también puede ser originada por un traumatismo, algunos medicamentos que tomamos, o nacer con ella.

### **Desprendimiento de retina :**

Es una separación de la retina y la coroides. El desprendimiento de la retina regmatógeno es el más frecuente y ocurre asociado a una rotura en la retina, lo que permite que el vítreo licuado (el humor vítreo que ha degenerado debido al paso del tiempo) pase el espacio sub-retiniano.

Esta patología puede ser ocasionada por muchos factores pero el principal es la miopía, y sobre todo aquellos que tienen un grado de miopía elevado de tipo axial. Esto es debido a

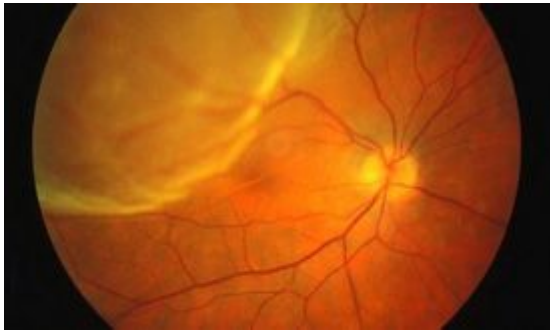




un crecimiento importante de la longitud axial del ojo en el cual la retina no ha crecido al mismo nivel/velocidad, eso provoca que la retina se estire hasta desprenderse.

Sus síntomas son la aparición de moscas volantes (miodesopsia) y, en ocasiones, destellos. Aparece pérdida de visión central cuando se ve afectada la mácula.

Imagen 7. Desprendimiento de retina



Una vez que la retina se ha desprendido, el único tratamiento posible es la aplicación de algunas técnicas de cirugía, cuyo objetivo principal es cerrar las roturas retinianas y colocar la retina en su sitio.

Imagen 8. Desprendimiento de retina

### **Mejora de la calidad de vida:**

Uno de los factores más importantes es la mejora de calidad de vida. Un miope depende de su elemento de corrección pero cuanto mayor es el grado de miopía más dependencia tenemos. Un miope de -1D no verá más allá de 1 metro de distancia, mientras que un miope de -4D será mucho más dependiente ya que su punto lejano de visión se sitúa a 25 centímetros.

## **6.2.Tratamientos de control**

Para intentar que la miopía no crezca o detener un poco ese crecimiento existen varios métodos, algunos más agresivos que otros y algunos más eficaces que otros. Todos ellos tienen la misma finalidad, evitar que la miopía avance mediante una relajación de la acomodación o el desenfoque miópico en la retina. Existen 2 tipos de tratamientos los ópticos y no ópticos.

**Ópticos:** Son aquellos que utilizan un elemento óptico para frenar la miopía. Dentro de este grupo tenemos: Gafas y lentes de contacto.

**No ópticos:** Aquel tratamiento que no utiliza elemento óptico. En este grupo encontramos: fármacos y luz natural.

### **6.2.1.Lentes en gafa**

El uso de las lentes mediante las gafas se basa en la hipocorrección o relajamiento de la acomodación de manera que los pacientes que lo utilizan no fuerzan tanto la acomodación, y no estimulan el crecimiento axial del ojo pudiendo provocar la miopía. Podemos colocar 3 tipos de lentes al paciente:

#### **6.2.1.1. Lentes monofocales**

Es un tratamiento sencillo, se basa en la hipocorrección del paciente, que significa darle menos potencia negativa. Esto se puede hacer para todo uso o uso puntual a la hora de hacer tareas de cerca (lectura, deberes, hacer un puzzle). Con este método lo que intentamos es crear una borrosidad en la retina ya que el ojo crece a medida que le llega el estímulo correcto a la retina y/o a medida que acomoda.

Muchos profesionales de la salud visual recomiendan utilizar su gafa anterior si tienen menos poder negativo a la hora de hacer tareas de cerca con tal de no estimular mucho la acomodación.

Estos tratamiento no tienen efectos secundarios, son tratamientos muy sencillos que intentan evitar la acomodación basándose en pequeña adición o borrosidad (desenfoque óptico).

Para saber si este método es o no efectivo se han hecho estudios midiendo el crecimiento ocular (longitud axial) en respuesta al desenfoque provocado por lentes monofocales en animales. Los resultados de este estudio explica que el uso de gafas monofocales prescritas a miopes puede llevar a la progresión de la miopía y/o alargamiento axial del ojo.

Una hipercompensación de la miopía, es una opción de tratamiento usada por algunos clínicos. La evidencia de que la hipercompensación no constituye un método de terapia efectivo para frenar el avance de la progresión de la miopía escolar no se puede ignorar, aunque se necesitan de más estudios para corroborarlo.

El estudio de O'Leary en 2002 fue llevado a cabo con niños de edades comprendidas entre 9 y 14 años, usuarios de gafas que se dividieron en dos grupos. Uno en el que los niños llevarían en gafa la corrección esférica completa, y otro en el que estarían parcialmente corregidos con 0,75 D aproximadamente de hipocorrección.

En el grupo donde los niños habían sido completamente corregidos, tras un año del inicio del estudio, el incremento de la miopía fue de -0,77 D mientras que en el grupo de los niños hipocorregidos el crecimiento fue de -1,00 D (O'Leary et al, 2002).

En otro estudio en 2006, con 48 niños miopes, se seleccionaron al azar 23 niños que iban a ser corregidos y 25 que iban a ser hipocorregidos con un +0.50D. Los resultados fueron leves, pero no significativos y llegaron a la conclusión que la hipocorrección no es una terapia eficaz (Adler et al., 2006).

#### **6.2.1.2. Lentes bifocales**

Las lentes bifocales pueden reducir la demanda acomodativa durante el trabajo de cerca y de este modo, disminuir la tasa de progresión de la miopía. No obstante, las lentes bifocales no pueden controlar la acomodación a todas las distancias, ya que solo existen dos zonas de visión nítida (de cerca y de lejos) y la imagen retiniana podría estar desenfocada para otras distancias. Uno de los principales puntos a ver es la AC/A, los pacientes con exceso de convergencia toleran mejor este tratamiento que no los de insuficiencia de convergencia.

#### **6.2.1.3. Lentes progresivas**

Las lentes progresivas ha demostrado tener un efecto muy ligero en el control de la miopía, esto ha podido demostrarse a partir de los siguientes estudios.

- *“Progression of myopia in Hong Kong Chinese schoolchildren is slowed by wearing progressive lenses”.*

Se estudió la evolución de la miopía en niños con edades comprendidas entre 9 y 12 años que fueron divididos en tres grupos:

El primer grupo, el grupo de control, estaba formado por 32 niños que llevarían gafas monofocales con su corrección normal.

El segundo grupo constaba de 22 niños que llevaron progresivos de adición +1,50 D.

Finalmente, el tercer grupo, formado por 14 niños que llevarían unas gafas progresivas de adición +2,00 D.

Tras dos años el resultado obtenido fue que la progresión de la miopía había sido de -1.23, -0.76, y -0.66 D respectivamente (Leung et al., 1999).

- *“Effect of progressive addition lenses on myopia progression in Japanese children: a prospective, randomized, double-masked, crossover trial”.*

Niños de entre 6 y 12 años se dividieron en dos grupos.

En el primer grupo durante los 18 primeros meses llevaron gafas progresivas de adición +1,50 D y después pasaron otros 18 meses con sus gafas monofocales.

En el segundo grupo el método fue al contrario, pasaron los primeros 18 meses con gafas monofocales y el segundo periodo con lentes multifocales.

El resultado fue que hubo una diferencia de 0,17 D en el primer periodo entre los dos grupos. Además, el primer grupo mostró un crecimiento de la miopía más lento que el segundo al finalizar el estudio. Esto demuestra que el tratamiento es más eficaz en edades más bajas (Hasebe et al., 2008).

- El estudio que más se ha centrado en este método es el COMET *“Correction of Myopia Evaluation Trial”*.

Se escogieron niños de 8 a 12 años con valores de miopía de -0,75 D a -2,50 D. Los niños fueron divididos en dos grupos de forma aleatoria. Un grupo recibió gafas progresivas con adición +2,00 D y el otro recibió unas gafas monofocales de su graduación. Tras tres años los resultados fueron positivos, el grupo con gafas progresivas había tenido un incremento de la miopía de -0.87 D frente a -1.15 D en el otro grupo. Además, aquellos niños con valores acomodativos bajos se beneficiaron

más del efecto de este tratamiento, con descensos de 0,61 a 0,15D y aquellos con endoforia u ortoforia en cerca también presentaban una mayor mejoría frente a los exofóricos (Hyman et al., 2001).

Las lentes en gafas es un método de control muy sencillo con pocas contraindicaciones, el efecto de ello es leve sobre nuestro crecimiento de la miopía, siendo el menos eficaz las lentes monofocales. No obstante es un método que se puede combinar con otros.

### 6.2.2.Lentes de contacto

Actualmente están disponibles varios planteamientos prometedores para controlar la miopía mediante lentes de contacto. Uno de ellos consiste en el uso de lentes de ortoqueratología, donde los metaanálisis de los estudios indican que pueden ralentizar el alargamiento axial en pacientes con miopía progresiva una media del 45% (Sun et al., 2015) (Li Fang et al., 2016).

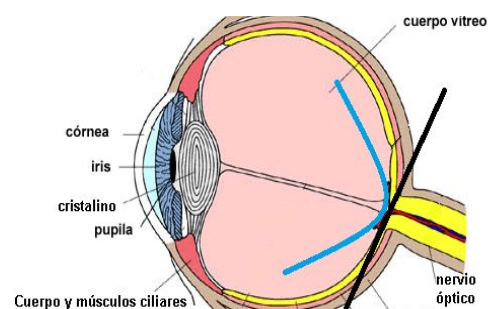
Se ha demostrado que las lentes multifocales blandas también ralentizan considerablemente la progresión de la miopía. Otra opción, aunque todavía no se encuentra comercialmente disponible en todas partes, son las lentes blandas desechables diarias con un diseño concéntrico de enfoque doble, el cual ha demostrado su capacidad para conseguir una reducción del 50% en el alargamiento axial en dos periodos de 10 meses.

Evidentemente, el uso de lentes de contacto puede resultar difícil para los niños, por lo que deberá evaluarse detenidamente la capacidad de cada niño para mantener la higiene adecuada y las recomendaciones de uso.

#### 6.2.2.1 Lentes blandas

Otra opción de tratamiento es la lente de desenfoque periférico. Es una lente que nació en el siglo XXI, en España se empezó a comercializar en 2017.

Está formado por un hidrogel de silicona. Se basa en un tipo de lente de contacto con cuatro zonas, dos de compensación, que se basa en corregir la refracción del paciente, y



dos zonas de tratamiento con una adición, dependiendo del modelo llevan una u otra. El desenfoque miópico controla la elongación axial del ojo, al colocar el foco de imagen por delante de la retina y no por detrás.

Imagen 9. Línea azul lente de desenfoque periférico,  
línea negra lente contacto tradicional

Se realizó un estudio con 144 niños entre 8 y 12 años, todos miopes. El método de corrección fue lente de contacto blanda diaria de desenfoque periférico, y lente de contacto blanda diaria esférica para el grupo control. Fue importante en este tratamiento también dar una buena higiene a los pacientes por lo tanto la lente de desenfoque periférico, al ser diaria, tiene menos posibilidad de tener complicaciones patológicas. Las condiciones de uso fueron: utilizar las lentes 6,67 veces por semana y la utilizaron una media de 11,24 horas al día.

Los resultados demostraron que la variación de la longitud axial fue de un 52% menor en los grupos que utilizaron lentes blandas con desenfoque periférico frente a los que utilizaron una lente diaria esférica. En el primer año la diferencia entre ambos grupos era de 0.15 mm, en el segundo año 0.24mm y en el tercero 0.32mm, traducido a dioptrías 0.40 D, 0.54 D y 0.73 D (Ruiz Pomeda et al., 2018).

#### **6.2.2.2 Ortoqueratología**

El diseño de lentes de contacto de geometría inversa, y su uso exclusivo durante la noche ha conseguido remodelar la córnea, y eliminar o reducir temporalmente la miopía de forma que los pacientes puedan ver con claridad sin necesidad de llevar las lentes de contacto durante el día. Esta técnica, llamada ortoqueratología pretende modificar la curvatura corneal disminuyendo su poder refractor y por tanto, reducir el poder refractor total del ojo. Su principal objetivo es convertir una córnea de asfericidad prolata en esférica o de asfericidad oblata.

Actualmente, este tratamiento es el más prometedor para el control de la miopía. Uno de los primeros estudios fue realizado en el año 2003, en el cual se reportó por primera vez la reorganización epitelial de la córnea mediante esta técnica. Los resultados de este estudio mostraron una mínima disminución en el crecimiento de la miopía en un grupo

de 462 niños, siendo el incremento medio anual de la miopía de 0,13 D durante un periodo de tres años (White y Cho, 2003).

*Estudio Candy “Controlling Astigmatism and Nearsightedness in Developing Youth”:* Señala una progresión promedio anual de la miopía de -0.37D en niños miopes con gafas y de -0.03D en ORTO-K. La imagen 10 resume los hallazgos que este grupo consiguió después de estudiar la progresión de la miopía en niños usuarios de gafas y de lentillas ORTO-K. La línea de color rosa señala la progresión de la miopía en niños que duermen con lentes ORTO-K, que es prácticamente nula, mientras que la línea azul señala la progresión que sufren los niños con gafas (Bartels et al., 2008).

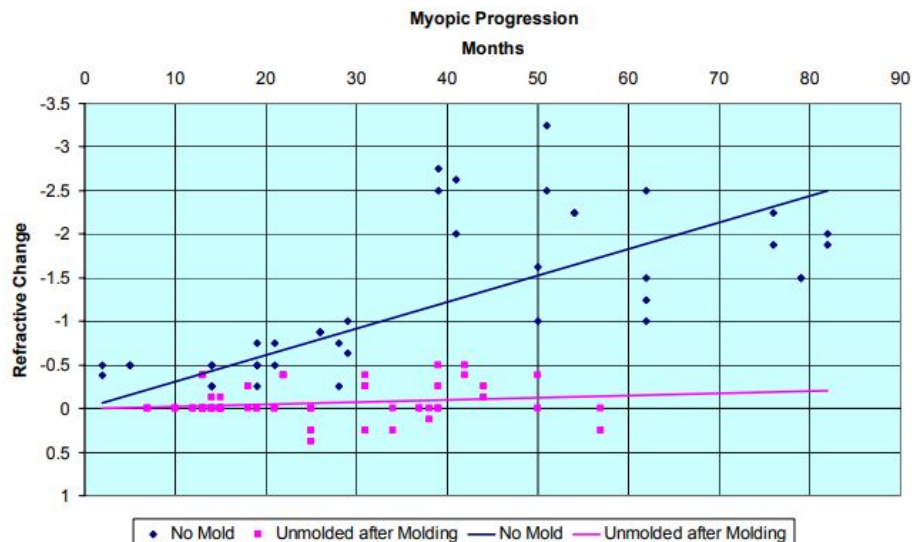


Imagen 10. Progresión de la miopía en niños con OrtoK frente a niños con gafas

En cuanto a las lentes de contacto con desenfoque periférico, son lentes nuevas desarrolladas hace poco que tiene un buen funcionamiento, se puede combinar con las lentes en gafa también, pero profesionales de la optometría aún no tienen muchos estudios para justificar su funcionamiento. No obstante, las lentes de ortoqueratología son lentes que se utilizan por la noche, y se pueden combinar con lentes en gafas y fármacos, tienen más años de estudio y es un método avalado por muchos profesionales.

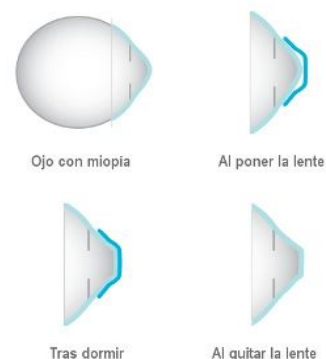


Imagen 11. Lentilla orto K en ojo miope

### 6.2.3.Tratamiento farmacéutico

El tratamiento farmacológico se basa en instilar un medicamento en forma de colirio. La mayoría son fármacos antimuscarínicos que proporcionan una relajación de los músculos ciliares con tal de evitar la acomodación, esta acción provoca un menor estímulo al crecimiento axial. Este tratamiento es propio de los países del este, donde la tasa de miopía en niños es mayor. Los tratamientos farmacológicos son los tratamientos más agresivos respecto a todos los nombrados ya que al ser un fármaco implica bastantes reacciones adversas (RAM), todo esto también depende del paciente, medicamento y dosis. A continuación presentaremos los medicamentos con sus respectivos estudios, dosis y RAMS.

#### 6.2.3.1. Atropina

La atropina es el agente antimuscarínico no selectivo más estudiado y usado para detener la progresión de la miopía y, como acabamos de mencionar, incluso ha sido considerado el más efectivo para ralentizar dicha progresión. Inicialmente se pensaba que la acomodación era un factor causal de la miopía, y la atropina detenía la progresión por su acción ciclopléjica. Posteriormente se ha demostrado que la atropina disminuye la progresión de la miopía en animales con músculos ciliares estriados, de modo que la hipótesis de la acomodación ha sido desechada (McBrien et al., 2013). La acción de la atropina no es bien conocida, pero las principales teorías están en relación con cambios bioquímicos inducidos a nivel de la retina y la esclera, interfiriendo en el mecanismo de crecimiento del globo ocular. Debido a la pobre tolerancia a la atropina al 1%, comenzaron los estudios que analizaron las respuestas a distintas concentraciones.

Hay estudios donde el empleo de atropina de forma tópica ha demostrado estadísticamente y clínicamente una reducción en la miopía. En un estudio llevado a cabo en 2006 “*Atropine for the treatment of childhood myopia*” donde se estudiaron



niños miopes de 6 a 12 años en Singapur, aplicando atropina al 1% en solo un ojo por la noche de forma diaria.

Como resultado la mayoría de los niños eran anisométropes al final del experimento, con un avance de la miopía de  $-0,28D$  en el ojo tratado frente a  $-1,20D$  en el ojo de control (Chua et al., 2006).

Actualmente se está llevando a cabo en Singapur un estudio sobre cómo varían estos valores en función de la concentración de atropina y la progresión tras suspender el tratamiento. A pesar de la eficacia del fármaco, debido a los efectos adversos (fotofobia o cicloplejia) resulta inapropiada para tratamientos a largo plazo.

La atropina tiene distintos efectos dependiendo del órgano diana sobre el que actúe. Todos los efectos tanto adversos como terapéuticos dependen de la dosis a la que se administre este fármaco.

Dosis	Efectos
0,5 mg	Inhibición de la sudoración Mediana sequedad de boca Bradicardia
1 mg	Manifiesta sequedad de boca Taquicardia (precedida a veces por bradicardia) Midriasis pequeña
2 mg	Total sequedad de boca Taquicardia intensa Palpitaciones Midriasis marcada Cicloplejía
5 mg	Los efectos anteriores se intensifican. Se agregan: Dificultades en la deglución Inquietud y fatiga Piel seca y caliente Dificultad en la micción

	Disminución de la motilidad gastrointestinal Visión borrosa
10mg	Intensificación de los síntomas anteriores Visión muy borrosa, ataxia, alucinaciones, delirio y coma.

Tabla 4. Efectos de la atropina según sus dosis (Rothlin, 2003)

### 6.2.3.2. Pirenzepina

La pirenzepina es un antagonista muscarínico con una actividad muy selectiva sobre los receptores M1, y escasa actividad sobre los receptores M3. Los receptores M1 están situados en el globo ocular y parecen ser responsables del crecimiento del ojo. La pirenzepina tiene una gran afinidad por estos receptores, impidiendo que se unan a la acetilcolina. De esta forma se pretende evitar el excesivo crecimiento anteroposterior del ojo responsable del avance miópico, pero con un efecto mínimo sobre el mecanismo de la acomodación.

La compañía farmacéutica Novartis adquirió los derechos para la comercialización del producto, que se encuentra actualmente en la segunda fase de ensayos clínicos para su aprobación por la FDA (Food and Drugs Administration, organismo oficial responsable de aprobar la salida al mercado de nuevos fármacos en USA). Antes de comercializarlo, tendrán que concluir los estudios de ensayos clínicos.

En un estudio clínico en el que participaron investigadores de distintas universidades estadounidenses, se evaluó el efecto de la pirenzepina durante un año en un grupo de niños. 174 pacientes, con edades comprendidas entre 8 y 12 años, participaron en el estudio, con miopías entre 0,75 y 4,00 dioptrías de miopía. Dos tercios se sometieron a la instilación de un gel oftálmico de pirenzepina al 2% dos veces al día, mientras que el resto utilizaron una crema placebo. Al cabo de un año el avance de miopía en el grupo de pirenzepina fue la mitad que en el grupo placebo. El valor medio de aumento de miopía con pirenzepina fue de 0,26 dioptrías, mientras que en el grupo placebo el valor medio de aumento fue de 0,53 D. Sólo el 2% de los sujetos con pirenzepina sufrieron un

aumento mayor de 1 dioptría, mientras que en el grupo placebo la cifra ascendió al 20% (Nickla et al., 2018). Entre los efectos secundarios indicados en el estudio se listan: residuos del gel en los párpados, visión borrosa en cerca y reacciones conjuntivales. Estas complicaciones fueron responsables del abandono del estudio de 11 sujetos con pirenzepina, mientras que del grupo placebo sólo se retiró un paciente. Según los autores del estudio no se detectó ninguna reacción adversa de importancia o gravedad (Nickla et al., 2018).

### 6.2.3.3. Ciclopentolato

El ciclopentolato oftálmico se usa para causar midriasis (dilatación de la pupila) y cicloplejia (parálisis del músculo ciliar del ojo) antes de un examen ocular. El ciclopentolato pertenece a una clase de medicamentos llamados midriáticos. El ciclopentolato funciona al bloquear algunos receptores que se encuentran en los ojos para relajar temporalmente o causar parálisis a corto plazo de los músculos oculares.

En un estudio de 2018, para el análisis estadístico se plantean estrategias para evitar sesgos de análisis. De los 400 niños reclutados inicialmente 345 (86%) continúan hasta la fase 3 del estudio; de ellos 192 (56%) reciben nuevamente tratamiento en la tercera fase. El aumento de graduación que necesitan retratamiento se da en el 24% de los que recibieron la dosis de 0.01% al inicio, 59% dosis de 0.1% y 68% dosis de 0.5%. Los pacientes que volvieron a recibir tratamiento tenían una menor miopía al inicio, eran más jóvenes y tenían una menor longitud axial basal; en el primer año presentaron una mayores incrementos en longitud axial y refracción. En el análisis multivariante la menor edad y la dosis inicial mayor de atropina supone mayor probabilidad de progresión en fase 2 y de retratamiento en fase 3. El retratamiento ralentiza la tasa de progresión, pero esta es mayor en el grupo que requiere retratar frente al que no; pese a ello asumen que el retratamiento con dosis de 0.01%, que parece ser la más eficaz, es igual de útil que el uso inicial del 0.01% ( $P > 0.286$ ). Las tasas de miopía elevada ( $\geq 0.8$  D) son 7%, 9% y 17% en los grupos que reciben dosis de 0.01%, 0.1% y 0.5% respectivamente ( $P = 0.07$ ). No encuentran

diferencia significativa en la longitud axial al inicio de la fase 3, aunque si aparece al final de la misma. En los niños que no requieren retratamiento el aumento de la longitud axial se reduce progresivamente a lo largo de la fase 3 y no hay diferencia significativa entre los grupos al final del estudio ( $P=0.55$ ). El uso de atropina al 0.01% supone un aumento de diámetro pupilar en condiciones fotópicas de 1 mm y una pérdida de acomodación de entre 2.00 y 3.00 D, que consideran poco importante (Sun et al., 2018).

Los tratamiento farmacológicos son los más eficaces, respecto a cifras, que hay en los métodos de control, pero también los más perjudiciales, ya que no todos los sujetos reaccionan igual y puede producir RAMs, no obstante se sabe que cuanto más aumenta las dosis más eficaz es, pero también más perjudicial. Hay pacientes, como sujetos con síndrome de Down o niños con ojos claros o azules que son más sensibles a estos tratamientos. La atropina es el más utilizado y eficaz, el ciclopentolato es menos perjudicial y menos eficaz; la pirenzepina es el más banal de todos, no obstante este método necesita más tiempo para saber sus efectos a largo plazo.

#### **6.2.4. Tratamiento al aire libre**

Hacer actividades al aire libre es un herramienta sencilla y productiva, ya que los niños están en ambientes abiertos y no estimulan la acomodación tanto como en una habitación, por lo tanto tienen una visión más relajada.

También estimula la dopamina que es un neurotransmisor que cuando se estimula detiene el crecimiento axial o reduce su velocidad crecimiento, que es una de las causas de la miopía, el aumento longitud axial.

Diferentes estudios posteriormente mencionados demuestran que la probabilidades de que un niño desarrolle miopía se reducen aproximadamente un 30 % si el niño pasa más de 14 horas (diurnas) a la semana realizando actividades al aire libre. Es necesario instar a los padres a que procuren que los niños realicen actividades al aire libre como medida de prevención.

**Estudio en Sydney:** Los investigadores australianos evaluaron el efecto del tiempo transcurrido al aire libre sobre el desarrollo y la progresión de la miopía entre niños de 6 años y 12 años seleccionados al azar en 51 escuelas de Sydney. Los niños de 12 años que pasaron más tiempo al aire libre tenían menos miopía que los otros, al cabo del período de dos años del estudio, aún después del ajuste por la cantidad de lectura realizada, la miopía de los padres y la etnia. Los niños que realizaron la mayor cantidad de tareas a corta distancia y pasaron la menor cantidad de tiempo al aire libre presentaban la cantidad media más alta de miopía (Rose et al., 2008).

**Estudio en Taiwán:** Los investigadores evaluaron el efecto que la actividad al aire libre durante el recreo tenía sobre el riesgo y la progresión de la miopía entre alumnos de la escuela primaria. Los niños que participaron en el estudio de un año de duración tenían de 7 a 11 años de edad y fueron seleccionados en dos escuelas cercanas de un área suburbana de la zona sur de Taiwán. Un total de 333 niños de una de las escuelas fueron alentados a salir durante el recreo, mientras que 238 niños de la otra escuela no participaron en un programa especial de “recreo fuera de la clase” (ROC, por su sigla en inglés). Al inicio del estudio no existían diferencias significativas entre los dos grupos de niños con relación a edad, sexo, y prevalencia de miopía (48 % frente a 49 %). Pero al cabo de un año, en los niños de la escuela en la que se alentaba pasar el recreo en el exterior ocurrieron menos nuevos casos de miopía que los constatados en los niños de la escuela que no fomentaba la actividad al aire libre en los recreos (8.4 % frente a 17.6 %). Había también un promedio de la progresión de la miopía significativamente menor entre los niños que ya eran miopes en el grupo ROC, comparado con el grupo que pasaba más tiempo de los recreos en interiores (-0.25 dioptrías por año frente a -0.38 por año). Los autores del estudio concluyeron que las actividades al aire libre durante los recreos de la escuela primaria tienen un efecto significativo de protección contra el riesgo de miopía entre los niños que todavía no son miopes y reducen la progresión de la miopía entre los alumnos que ya lo son (Lin et al., 2004).

**Estudio en Dinamarca:** Unos investigadores de Dinamarca publicaron un estudio acerca del efecto de la luz diurna disponible en diferentes estaciones del año sobre el desarrollo de la miopía entre los escolares daneses. El riesgo de miopía se determinó mediante la medición de la elongación axial (del frente al fondo) de los ojos de los niños en las diferentes estaciones del año. El aumento de la longitud axial del ojo se relaciona con el aumento de la miopía. La cantidad de luz diurna cambia sustancialmente con las estaciones en Dinamarca, y abarca desde casi 18 horas por día en verano a solamente siete horas por día en los meses de invierno. En invierno (cuando los niños tuvieron acceso a la menor cantidad de horas de luz diurna), el crecimiento promedio de la longitud axial de sus ojos era significativamente mayor que en verano, cuando la exposición a la luz solar al aire libre fue mayor (0.19 mm frente a 0.12 mm) (Buch et al., 2004).

**Estudio en Reino Unido:** Un grupo de investigadores de Reino Unido evaluó los resultados de los estudios sobre el efecto que tiene el tiempo pasado al aire libre en el desarrollo y la progresión de la miopía entre 10,400 niños y adolescentes. Los investigadores calcularon un descenso del 2 % en el riesgo de desarrollar la miopía por cada hora adicional que los niños pasan afuera por semana. "Esto equivale a una reducción del 18 % por cada hora adicional de exposición por día", afirmaron. Comparados con niños de visión normal o con hipermetropía, los niños con miopía pasaron un promedio de 3.7 horas semanales menos al aire libre. No se relacionó ninguna actividad en particular con la reducción de la miopía. Solo se trataba de poder estar al aire libre, en vez de en el interior. Asimismo, no se encontró ninguna correlación entre la aparición de la miopía y realizar más tareas a corta distancia, como estudiar. Los investigadores afirmaron que se necesitan más estudios para determinar qué factores relacionados al aire libre son los más importantes, tales como el mayor uso de la visión de distancia, el menor uso de la visión de cerca, actividades físicas y exposición a la luz ultravioleta natural (Langaas y Riddell, 2012).

**Estudio en China:** Un estudio en China ha demostrado que pasar más tiempo al aire libre puede ralentizar la progresión de la miopía en los niños y niñas. Según los investigadores, el hecho de aumentar, durante tres años, la cantidad de tiempo que pasaban al aire libre los niños en horario escolar, redujo significativamente la progresión de la miopía en niños chinos.

En un ensayo controlado, aleatorizado, publicado en la revista JAMA por Mingguang, del Centro oftálmico Zhongshan de Guangzhou, China, se pudo observar que el hecho de añadir cuarenta minutos de actividad al aire libre en la escuela, en comparación con la actividad habitual, dieron como resultado una reducción en la tasa de miopía y cambio en la refracción, a lo largo de tres años.

En el estudio participaron 1.903 alumnos de 12 escuelas con distribuciones similares de agudeza visual no corregida en sus estudiantes. Las escuelas fueron asignadas aleatoriamente al grupo de intervención o al grupo de control. Los alumnos de las escuelas de intervención participaron en una clase obligatoria al aire libre de cuarenta minutos al final de cada jornada escolar, y se recomendó a los padres que también aumentaran la actividad al aire libre fuera del horario escolar; mientras que las escuelas de control no alteraban los horarios de actividad.

De los 1.903 niños y niñas inscritos, 1.579 (83%) completaron la evaluación de resultados a los tres años. Al inicio, menos del 2% de los niños de cada grupo tenían miopía. En el momento de la conclusión del estudio, después de tres años, la prevalencia de miopía fue estadísticamente significativamente menor en el grupo de intervención, el 30,4%, en comparación con el grupo de control, que presentaba el 39,5%, informan los autores. También hubo una diferencia significativa en la refracción equivalente esférica para el grupo de intervención (-1,42 D) en comparación con el grupo de control (-1,59 D). Además, en un análisis posterior referido a la miopía materna, un factor de riesgo importante para la miopía, el riesgo de progresión a la miopía continuó siendo significativamente menor en el grupo de intervención (Lim et al., 2014).

"Nuestro estudio logró una diferencia absoluta del 9,1% en la tasa de incidencia de miopía, que representa una reducción relativa del 23% en la miopía incidente después de 3 años", escriben los autores. Aunque la reducción es

inferior a la reducció del 50% que los investigadors havien anticipat, es clínicament important. Señalan que "los niños pequeños que desarrollan miopía anticipadamente tienen más probabilidades de evolucionar hacia una miopía alta ( $\leq -6$  D), lo que aumenta el riesgo de miopía patológica" (Lim et al., 2014).

Cualquier retraso en la aparición de la miopía en niños pequeños, que tienden a tener una mayor tasa de progresión, "podría proporcionar beneficios para la salud a largo plazo" y reducir la carga personal y social de la miopía, dicen los autores (Lim et al., 2014).

El aire libre es un método poco eficaz pero fácil de practicar, y además este método se puede combinar perfectamente con otros de los anteriormente mencionados.



## 7. Conclusiones

Los principales tratamientos se pueden clasificar en: lentes oftálmicas en gafas, lentes de contacto, tratamientos farmacológicos, vida al aire libre. No todos tienen la misma eficacia ni todos los sujetos reaccionan igual a ellos. La mayoría de ellos se pueden combinar ya que el uso de uno de los métodos no excluye a otro. Normalmente se puede combinar una rama con la otra, por ejemplo, los agentes farmacológicos con Orto-k, o un tratamiento al aire libre con lentes de contacto blandas de desenfoque miópico periférico.

El tratamiento más eficaz es la atropina diluida al 1%, pero a la vez la más adversa. Aunque no todos los sujetos están indicados para tener el mismo tratamiento, una persona con ojos claros es más sensible a la atropina que otro que con oscuros.

Para controlar la progresión de la miopía hay que estudiar al paciente y valorar qué tratamiento es el más adecuado según sus condiciones personales, debido a que no hay un tratamiento único y eficaz para cada sujeto, pues no todos reaccionan igual.

Los tratamientos menos efectivos, los cuales no reducen significativamente la progresión de la miopía, son los que menores efectos adversos tienen. Estos tratamientos serían principalmente pasar más horas al aire libre y utilizar gafas hipocorregidas a la hora de realizar tareas en visión próxima.

A partir de ahí, se podría concluir que la combinación de orto-k y atropina es la mejor combinación para el control de la progresión de esta, en una concentración de atropina del 0.5%, sumando a todo esto una correcta ergonomía y tiempo al aire libre. La atropina relaja la acomodación, las lentes de contacto orto-k corrigen el defecto refractivo y reducen el crecimiento de la longitud axial debido al desenfoque miópico periférico, por lo que esta combinación favorecería la ralentización del progreso de la miopía.

## 8. Bibliografia

- Adtler D, Millodot M. The possible effect of undercorrection on myopic progresion in children. Clin. Exp. Optom. 2006; 89(5): 315-21.
- Alcocer JR, Costa DM, Lázaro FB, Martín MR. Prevalencia de errores refractivos en la población joven-urbana de Mozambique. Gaceta de Optometría y óptica oftálmica. 2013; 477: 42-8.
- Atchison DA, Pritchard N, Schmid KL. Peripheral refraction along the horizontal and vertical visual fields in myopia. Vision Res. 2006; 46(8-9): 1450-8.
- Chakraborty R, Ostrin LA, Nickla DL, Iuvone PM, Pardue MT, Stone RA. Circadian rhythms, refractive development, and myopia. Ophthalmic Physiol Optics. 2018; 38(3), 217-245.
- Chiang MF, Kouzis A, Pointer RW, Repka MX. Treatment of childhood myopia with atropine eyedrops and bifocal spectacles. Binocul Vis Strabismus Q. 2001; 16(3): 209-215.
- Chua WH, Balakrishnan V, Chan YH, Tong L, Ling Y, Quah BL, Tan D. Atropine for the treatment of childhood myopia. Ophthalmol. 2006; 113(12), 2285-91.
- Chung K, Mohidin N, O'Leary DJ. Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression. Vis Res. 2002; 42(22), 2555-2559.
- Cordain L, Eaton SB, Brand Miller J, Lindeberg S, Jensen C. An evolutionary analysis of the aetiology and pathogenesis of juvenile-onset myopia. Acta Ophthalmol Scand. 2002; 80(2), 125-35.
- Curtin BJ. The Myopias. Basic science and clinical management. 1985; 237-245.

- Gwiazda J, Thorn F, Held R. Accommodation, accommodative convergence, and response AC/A ratios before and at the onset of myopia in children. *Optom Vis Sci.* 2005; 82(4), 273-278.
- Hasebe S, Ohtsuki H, Nonaka T, Nakatsuka C, Miyata M, Hamasaki I, Kimura S. Effect of progressive addition lenses on myopia progression in Japanese children: a prospective, randomized, double-masked, crossover trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008; 49(7), 2781-9.
- Hyman L, Gwiazda J, Marsh-Tootle WL, Norton TT, Hussein M. The Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET): design and general baseline characteristics. *Controlled clinical trials.* 2001; 22(5): 573-592.
- Ip JM, Saw SM, Rose KA, Morgan IG, Kifley A, Wang JJ, Mitchell P. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008; 49(7): 2903-10.
- Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Zadnik K. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(8): 3524-32.
- Langaas T, Riddel PM. Accommodative instability: relationship to progression of early onset myopia. *Clin Exp Opt.* 2012; 95(2): 153-9.
- Lázaro SG. Prevalencia refractiva en una población mediterránea española. *Gaceta Óptica.* 2010; 448: 34-8
- Leung JT, Brown B. Progression of myopia in Hong Kong Chinese schoolchildren is slowed by wearing progressive lenses. *Optom Vis Sci.* 1999; 76(6): 346-54.
- Li Fang et al 2016 lenses A Meta-analysis of Central Corneal Thickness Changes With Overnight Orthokeratology.
- Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ, Lee LA, Hung PT. Epidemiologic study of the prevalence and severity of myopia among schoolchildren in Taiwan in 2000. *J Formos Med Assoc.* 2001; 100(10): 684-691.
- McBrien et al.,2013, How does atropine exert its anti-myopia effects.
- Morgan I, Rose K. How genetic is school myopia? *Prog. Retin. Eye Res.* 2005; 24: 1-38.

- Pi LH, Chen L, Liu Q, Ke N, Fang J, Zhang S, et al. Refractive status and prevalence of refractive errors in suburban school-age children. *Int J Med Sci.* 2010; 7(6): 342-53.
- Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmol.* 2008; 115(8): 1279-85.
- Ruiz Pomedá A. Análisis de perturbaciones leves en el ensayo clínico controlado aleatorio MiSight® Assessment Study Spain (MASS). 2018.
- Saw SM. A synopsis of the prevalence rates and environmental risk factors for myopia. *Clin Exp Optom.* 2003; 86(5): 289-94.
- Saw SM, Gazzard G, Eong KA, Tan DTH. Myopia: attempts to arrest progression. *Br J Ophthalmol.* 2002; 86(11): 1306-11. Saw SM, Shih-Yen EC, Koh A, Tan D. Interventions to retard myopia progression in children: an evidence-based update. *Ophthalmol.* 2002; 109(3): 415–21.
- Saw SM, Shih-Yen EC, Koh A, Tan D. Interventions to retard myopia progression in children: an evidence-based update. *Ophthalmol.* 2002; 109(3): 415–21.
- Sherman A, Press LJ. Myopia control therapy. *Applied concepts in vision therapy.* St. Louis: Mosby-Year Book. 1997: 298-309.
- Soler M. Prevalencia de errores refractivos en el continente africano. Tesis doctoral, 2011. Universidad de Granada.
- Sun YY, Wei SF, Li SM, Hu JP, Yang XH, Cao K, et al. Cycloplegic refraction by 1% cyclopentolate in young adults: is it the gold standard? The Anyang University Students Eye Study (AUSES). *Br J Ophthalmol.* 2019; 103(5): 654-8.
- Walline JJ, Jones LA, Sinnott LT. Corneal reshaping and myopia progression. *Br. J. Ophthalmol.* 2009; 93(9): 1181-5.
- Walline JJ, Lindsley K, Vedula SS, Cotter, SA, Mutti, DO, Twelker JD. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2011 (12).
- White P, Cho P. Legal issues in contact lens practice with special reference to the practice of orthokeratology. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2003; 23(2); 151-61.

- Wu PC, Tsai CL, Wu HL, Yang YH, Kuo HK. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmol.* 2013; 120(5): 1080-1085.
- Zadnik K, Satariano WA, Mutti DO, Sholtz RI, Adams AJ. The effect of parental history of myopia on children's eye size. *Jama.* 1994; 271(17), 1323-1327.